

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo*

Vol. 19

Campinas, abril de 1960

N.º 24

## ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

### V — ENSAIO PRELIMINAR DE ADUBAÇÃO N-P-K EM TERRA-ROXA (\*)

R. ALVAREZ, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cana-de-açúcar*, H. VAZ DE ARRUDA, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Ribeirão Preto*, e H. GARGANTINI, *engenheiro-agrônomo, Seção de Fertilidade, Instituto Agronômico*

#### RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos em um ensaio de adubação de cana-de-açúcar, instalado em terra-roxa, na Estação Experimental de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo.

No estudo dos três principais elementos de fertilização empregou-se um delineamento fatorial  $3^3$ , com duas repetições. As adubações foram pesquisadas nos níveis, em kg/ha, de 0, 50 e 100 de nitrogênio, 0, 80 e 160 de  $P_2O_5$  e 0, 60 e 120 de  $K_2O$ . O nitrogênio foi empregado sob a forma de sulfato de amônio e o fósforo e o potássio, respectivamente, sob as formas de superfosfato simples e cloreto de potássio. O ensaio foi conduzido sob as condições normais de cultivo para a cultura em aprêço.

Os resultados mostram que o potássio foi o elemento que proporcionou o maior aumento de produção, sendo linear a relação entre as doses empregadas e as produções obtidas. O nitrogênio também apresentou aumento linear de produção, sendo, porém, menos acentuado do que o verificado para o potássio. O efeito observado em relação ao emprêgo do fósforo não chegou a ser significativo.

#### I — INTRODUÇÃO

A Seção de Cana-de-açúcar do Instituto Agronômico, desde a sua criação, dedica especial atenção à questão da adubação para os canaviais do Estado de São Paulo. Os primeiros experimentos, instalados com a finalidade de estudar a reação da cana aos três principais elementos fertilizantes, mostraram a necessidade da adubação e que o fósforo foi o elemento que reagiu mais acentuadamente e em maior número de casos (1, 4, 5, 11). Com o prosseguimento das pesquisas tornaram-se mais conhecidas as necessidades de fósforo, assim

(\*) Trabalho apresentado ao VII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Piracicaba, São Paulo, de 20 a 30 de julho de 1959.

Recebido para publicação em 16 de outubro de 1959.

como as doses a serem empregadas na cultura dessa gramínea (1, 3, 8, 10). No entanto, com relação ao nitrogênio, elemento exigido em grandes quantidades, os resultados obtidos não foram convincentes quando empregado nas formas nítrica e amoniacal, nos sulcos, por ocasião do plantio. Por outro lado, bons resultados foram obtidos quando se utilizou como fonte de nitrogênio a forma protéica (torta de oleaginosas) (2, 3, 6). Estudos realizados, visando esclarecer essa questão, permitiram concluir que para as condições do Estado de São Paulo a forma protéica (torta de oleaginosas e farinha de cascos e chifres) é a mais indicada para se utilizar nos sulcos, por ocasião do plantio da cana (9). Com relação às necessidades de potássio, observou-se que nos primeiros estudos realizados ocasionalmente era necessária adubação com êste nutriente (1, 5, 11), ao passo que pesquisas mais recentes têm revelado a necessidade do emprêgo de maior quantidade de fertilizantes potássicos (2, 3, 7).

À vista desses dados julgou-se necessária uma revisão do estudo da adubação nos diferentes tipos de solo e clima de São Paulo, atendendo, principalmente, às exigências dos elementos fertilizantes quanto ao modo de aplicação. Preliminarmente instalou-se um experimento em terra-roxa, com a finalidade de determinar níveis mais adequados para os nutrientes a serem utilizados nesse novo estudo, particularmente com relação ao nitrogênio e ao potássio. O objetivo do presente trabalho é relatar os resultados obtidos nesse experimento.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado em terra-roxa, na Estação Experimental de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo. Essas terras, que anteriormente vinham sendo cultivadas com milho, apresentaram as seguintes características químicas:

pH .....	5,40
Carbono total (C%) .....	1,18
Nitrogênio total (N%) .....	0,10
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (1) e. mg. por 100 g de terra .....	0,08
K <sup>+</sup> trocável, e. mg. por 100 g de terra .....	0,14
Ca <sup>++</sup> trocável, e. mg. por 100 g de terra .....	1,12
Mg <sup>++</sup> trocável, e. mg. por 100 g de terra .....	0,61

(1) Extraído com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N.

QUADRO 1. — Dados pluviométricos e médias mensais de temperatura na Estação Experimental de Ribeirão Preto, nos anos de 1956 e 1957

Meses	1956		1957	
	Chuva	Temp. média	Chuva	Temp. média
	mm	° C	mm	° C
Janeiro -----	87,1	24,8	234,6	23,1
Fevereiro -----	161,8	23,5	303,0	22,4
Março -----	33,5	22,8	198,3	22,4
Abril -----	80,6	21,3	96,7	20,6
Maiο -----	76,4	17,9	122,5	18,4
Junho -----	58,0	15,2	15,9	17,1
Julho -----	39,8	17,4	100,2	17,1
Agosto -----	62,0	17,6	65,9	20,4
Setembro -----	70,8	21,9		
Outubro -----	257,5	22,3		
Novembro -----	22,4	22,2		
Dezembro -----	236,2	23,3		

As condições climáticas locais, com relação à queda pluviométrica e à temperatura durante o período em que foi realizado o experimento podem ser apreciadas pelos dados contidos no quadro 1.

Este experimento foi instalado com mudas da variedade Co. 413, em 9 de março de 1956, e recebeu os tratos usuais dispensados à cultura, possuando-se a colheita em 20 de agosto de 1957.

O delineamento experimental usado foi o fatorial  $3^3$  (NPK), com duas repetições. Os canteiros foram constituídos de quatro linhas úteis com espaçamento de 1,50 m e 8,00 m de comprimento. Os níveis dos elementos fertilizantes empregados, em kg/ha, foram 0, 50 e 100 de nitrogênio; 0, 80 e 160 de  $P_2O_5$  e 0, 60 e 120 de  $K_2O$ . O nitrogênio foi empregado na forma de sulfato de amônio, o fósforo na forma de superfosfato simples e o potássio, na de cloreto.

As adubações fosfatadas e potássicas foram totalmente empregadas no plantio, juntamente com a metade das doses de nitrogênio; a outra metade do nitrogênio foi aplicada em cobertura, em outubro,

quando as plantas tinham seis meses de idade. A dose de 120 kg de  $K_2O$  foi aplicada metade em mistura com o fósforo e o nitrogênio, em contato com os toletes de cana nos sulcos, e a outra metade superficialmente, após a cobertura das mudas com terra, com o propósito de evitar qualquer dano na brotação inicial.

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções médias de cana por hectare, obtidas em cana-planta, de acordo com os tratamentos, figuram no quadro 2.

QUADRO 2. — Produções médias de cana por hectare, obtidas em cana-planta da variedade Co. 413, de acordo com os tratamentos. Solo terra-roxa, Estação Experimental de Ribeirão Preto, 1957

Tratamentos	Produções médias
(NPK)	t/ha
000	90,6
001	91,1
002	130,0
010	125,8
011	114,6
012	112,4
020	105,5
021	115,6
022	131,9
100	111,5
101	123,7
102	129,9
110	108,0
111	122,4
112	155,8
120	108,6
121	143,9
122	133,8
200	123,4
201	129,1
202	132,0
210	127,9
211	128,0
212	144,3
220	106,6
221	136,9
222	155,4

As observações relativas à influência dos tratamentos não revelaram efeito prejudicial dos adubos na brotação inicial.

As produções correspondentes aos diferentes níveis de azoto, fósforo e potássio, são apresentadas nos quadros 3 e 4.

A análise da variância dos resultados consta do quadro 5.

Os dados mostram que a aplicação do nitrogênio influenciou, de modo apreciável, a produção de cana. O estudo da variação entre as doses aplicadas revela aumento linear, sendo que os aumentos em relação ao nível 0 foram de 13,4 e 18,4 toneladas de cana por hectare, respectivamente para os níveis de 50 e 100 kg/ha de nitrogênio (quadro 3).

O fósforo apresentou um aumento de produção de 8,8 toneladas de cana por hectare, correspondente ao nível de 80 kg/ha de  $P_2O_5$ . Entre este nível e o de 160 kg/ha não houve acréscimo de rendimento na cana-planta (quadro 3).

Ainda que o aumento de produção devido ao fósforo não tenha sido significativo, observou-se que a componente linear está próxima do nível de significância a 5%.

O potássio foi o elemento responsável pelos maiores aumentos verificados nas produções. À semelhança do verificado com o nitrogênio, a análise estatística revela um aumento altamente significativo, em função das doses crescentes de potássio, sendo de 10,8 e 24,3 toneladas de cana por hectare, respectivamente, para os níveis de 60 e 120 kg/ha de  $K_2O$ , em relação ao nível 0 (quadro 3). Devido aos bons resultados observados com a aplicação do potássio superficialmente (metade do nível 120), já se instalou uma série de experimentos, em diferentes tipos de solo, com a finalidade de estudar esta prática sob as nossas condições de cultivo.

Não foram notados efeitos devidos às interações dos elementos fertilizantes.

#### 4 — CONCLUSÕES

A análise dos resultados, sob as condições do experimento, permite tirar as seguintes conclusões:

a) o potássio foi o elemento que proporcionou o maior aumento de produção, sendo linear a relação entre as doses empregadas e as produções obtidas;

QUADRO 3. — Produções de cana da variedade Co.413, obtidas em cana-planta e correspondentes aos diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio, e aumentos em relação ao nível 0. Solo terra-roxa, Estação Experimental de Ribeirão Preto, 1957

Nutrientes	Níveis	Produção de cana nos diferentes níveis de N			Totais	Médias	Aumentos em relação ao nível 0
		0 kg/ha	50 kg/ha	100 kg/ha			
	<i>kg/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	623,4	730,4	769,1	2.122,9	117,9	-----
	80	705,7	774,6	800,5	2.280,8	126,7	8,8
	160	706,0	772,8	798,0	2.276,8	126,5	8,6
K <sub>2</sub> O	0	643,8	656,3	715,9	2.016,0	112,0	-----
	60	642,8	780,2	788,1	2.211,0	122,8	10,8
	120	748,6	841,3	863,6	2.453,5	136,3	24,3
Totais -----		2.035,1	2.277,8	2.367,6	6.680,5	-----	-----
Médias -----		113,1	126,5	131,5	-----	-----	-----
Aumentos em relação ao nível 0		-----	13,4	18,4	-----	-----	-----

QUADRO 4. — Produções de cana da variedade Co.413, obtidas em cana-planta e correspondentes aos níveis de fósforo e potássio, e aumentos em relação ao nível 0. Solo terra-roxa, Estação Experimental de Ribeirão Preto, 1957

Nutriente	Níveis	Produção de cana nos diferentes níveis de K <sub>2</sub> O			Totais	Médias	Aumentos em relação ao nível 0
		0 kg/ha	60 kg/ha	120 kg/ha			
	<i>kg/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	651,1	687,8	784,0	2.122,9	117,9	-----
	80	723,4	730,2	827,2	2.280,8	126,7	8,8
	160	641,5	793,0	842,3	2.276,8	126,5	8,6
Totais -----		2.016,0	2.211,0	2.453,5	6.680,5	-----	-----
Médias -----		112,0	122,8	136,5	-----	-----	-----
Aumentos em relação ao nível 0		-----	10,8	24,3	-----	-----	-----

QUADRO 5. — Análise da variância dos resultados da produção de cana

Fontes de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	5	4.553,75	910,75	5,28**
N	2	3.287,48	1.643,74	9,52**
NL	1	3.071,00	3.071,00	17,79**
NQ	1	216,48	216,48	
P	2	900,63	450,31	2,61
PL	1	657,92	657,92	3,81
PQ	1	242,71	242,71	
K	2	5.337,74	2.668,87	15,46**
KL	1	5.316,84	5.316,84	30,81**
KQ	1	20,90	20,90	
NP	4	164,82	41,20	
NL PL	1	120,15	120,15	
NK	4	675,42	168,85	
NL KL	1	76,68	76,68	
PK	4	1.006,52	251,63	
PL KL	1	192,10	192,10	
NPK	4	592,66	148,16	
	4	243,05	60,76	
ERRO	22	3.796,84	172,58	
TOTAL	53	20.558,91		

b) o nitrogênio provocou um aumento apreciável de produção, sendo linear a relação entre as doses empregadas e as produções de cana obtidas, porém êsse aumento foi menor do que o verificado para o potássio;

c) o aumento de produção verificado em relação ao emprêgo de fósforo não chegou a ser significativo;

d) como para o nitrogênio e principalmente para o potássio as produções obtidas foram proporcionais aos níveis dos fertilizantes empregados, conclui-se que nos estudos a serem realizados as doses para êsses dois elementos devem ser mais altas que as utilizadas neste experimento.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH THE SUGAR CANE  
V. PRELIMINARY RESULTS WITH N, P, AND K ON THE "TERRA-ROXA"  
TYPE OF SOIL

SUMMARY

The results obtained in a 3<sup>3</sup> factorial experiment on the applications of the three major elements for the sugar cane are presented in this paper.

The fertilizer levels used were, as follows: (1) Nitrogen, applied as ammonium sulphate at the rates of 0, 50, and 100 kg/ha; (2) Phosphorus, applied as superphosphate at the rates of 0, 80, and 160 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; and (3) Potassium, as potassium chloride at the rates of 0, 60, and 120 kg/ha of K<sub>2</sub>O. All cultural operations were carried out as in commercial plantings.

The results indicated that potassium was the element that gave the highest yield increases. There was a linear relationship between potassium levels and yield gains. Nitrogen also increases the yield linearly, but its effects was less noticeable than that of potassium. The response to phosphorus was not statistically significant.

LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J. M. (júnior). Relatório anual da Comissão de Cana-de-açúcar, para 1951. [Não publicado]
2. ——— Súmula dos trabalhos realizados pela Seção de Cana-de-açúcar do Instituto Agrônômico de 1935 a 1948. 1950. [Não publicado]
3. ———, ALVAREZ, R., SEGALLA, A. L. [e outros]. Resultados de ensaios de adubação em cana-de-açúcar. *Bragantia* 15:[27]-34. 1956.
4. ———, ARRUDA, H. C. & RODRIGUES, A. J. (filho). Ensaios de adubação. *In* Relatório da Seção de Cana-de-açúcar do Instituto Agrônômico, para o ano de 1940. [Não publicado]
5. ———, ———, ——— A preliminary note on the field experimentation of the Cane Sugar Section, Inst. Agr. São Paulo-Brazil. *In* International Congress of Sugar Cane Technologists, 6<sup>th</sup>, Baton Rouge, La., 1938. Proceedings. p. 672-679. (Separata)
6. ———, SEGALLA, A. L. & ALVAREZ, R. Adubação. *In* Relatório da Seção de Cana-de-açúcar do Instituto Agrônômico para o ano de 1950. [Não publicado]
7. ———, ———, ——— Adubação. *In* Relatório da Seção de Cana-de-açúcar 1952/53. [Não publicado]
8. ALVAREZ, R., SEGALLA, A. L. & ARRUDA, H. V. Adubação da cana-de-açúcar. II — Adubação fosfatada quantitativa. *Bragantia* 16:[297]-302. 1957.
9. ———, ———, & CATANI, R. A. Adubação nitrogenada na cana-de-açúcar. *Bragantia* 16:xxiii-xxv. 1957.
10. ———, ———, ——— & ARRUDA, H. V. Adubação da cana-de-açúcar. I — Adubação fosfatada em solo massapê-salmourão. *Bragantia* 16:[65]-72. 1957.
11. SAMPAIO, S. C. Contribuição para o estudo de adubação dos canaviais paulistas. *Bragantia* 4:[533]-590. 1944.